

<sup>19</sup>FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY

<sup>51</sup> Int. Cl.<sup>4</sup>:  
F 01 N 7/14

<sup>12</sup> **Published Patent Application**

<sup>11</sup> **DE 37 20 714 A1**

<sup>21</sup>Application Number: P 37 20 714.8

<sup>22</sup>Application Date: June 23, 1987

<sup>43</sup>Date laid open: Jan. 05, 1989

<p><sup>71</sup> Applicant:</p> <p>G + Montage GmbH, 6700 Ludwigshafen, DE; Daimler-Benz AG, 7000 Stuttgart, DE</p> <p><sup>74</sup> Representative:</p> <p>Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E.Cal Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob, P., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.; Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Patent Attorneys, 8000 Munich; Kinkeldey, U., Dipl.-Biol. Dr.rer.nat., Patent Assistant, 8021 Icking; Bott-Bodenhausen, M., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Ehnold, A., Dipl.-Ing., 8000 Munich; Schoppe, F., Dipl.-Ing. Univ., 8022 Grünwald; Schuster, T., Dipl.-Phys., Patent Attorneys, 8000 Munich</p>	<p><sup>72</sup> Inventor:</p> <p>Bechtel, Peter, 6700 Ludwigshafen, DE; Bergmann, Horst, 7300 Esslingen, DE; Hilpert, Ulrich, 7314 Wernau, DE</p>
--	--

Petition for examination requested according to § 44 of the Patent Act

<sup>54</sup> **Thermal Insulation System for Integrally Cast Structural Parts of Internal Combustion Engines Carrying Hot Gases**

The invention concerns a thermal insulation system for integrally cast structural parts of internal combustion engines carrying hot gases. In order to be able to achieve an effective thermal insulation and by that a carrying of hot gases for internal combustion engines of any type, the thermal insulation system consists of individual pipe elements of a high temperature resistant material connected to one another, arranged on which there is a body of insulating material including ceramic high temperature fibers. This body of insulating material encloses the inner lining of high temperature resistant material. The pipe element is used together with the body of insulating material as a core during the casting of the structural part and remains in the structural part carrying the hot gases.

LS#328 /2004 German

Translator: Andrea-Ingrid Schneider 715-549-5734 andrea.i.schneider@sbcglobal.net

## Patent Claims

1. Thermal insulation system for integrally cast structural parts of internal combustion engines carrying hot gases, **characterized by** an inner lining of individual pipe elements (2, 3, 4, 5, 6, 7; 2', 3', 4') of a high temperature resistant material (10) connected to one another and by a body of insulating material (11, 11') including ceramic high-temperature fibers, which encloses the inner lining (10) of pipe elements as a thermal insulation layer, where the pipe elements connected to one another, encased by the body of insulating material (11, 11'), serve as a core during casting of the structural part.
2. Thermal insulation system according to claim 1, characterized in that the body of insulating material (11, 11') consists of high temperature ceramic fibers of the  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  system.
3. Thermal insulation system according to claim 1, characterized in that the body of insulating material (11) is molded from a mixture of microporous silicon dioxide, ceramic fibers and opacifiers.
4. Thermal insulation system according to one of the claims 1 through 3, characterized in that the individual pipe elements form butt joints (S) where they can be connected to one another in a plug-in fashion.
5. Thermal insulation system according to claim 4, characterized in that at their ends forming the butt joints (S), the individual pipe elements (2, 3, 4, 5, 6, 7) are shaped at one end as a [male] plug part and at the other end as a [female] socket part.
6. Thermal insulation system according to claim 4, characterized in that at their ends forming the butt joints (S), the individual pipe elements (2 to 7) are built identically and that intermediate rings (24) are provided, via which the ends facing one another are capable of being plugged into one another.
7. Thermal insulation system according to at least one of the claims 1 through 3, characterized in that the individual pipe elements (2', 3', 4') are fused with one another.
8. Thermal insulation system according to claim 7, characterized in that tension and expansion compensation elements (30) are provided over the course of a conduit pipe formed by pipe elements (2', 3', 4') connected with one another.

LS#328 /2004 German

Translator: Andrea-Ingrid Schneider 715-549-5734 andrea.i.schneider@sbcglobal.net

9. Thermal insulation system according to claim 8, characterized in that metal bellows (30) are provided as tension and expansion compensation elements.
10. Thermal insulation system according to claim 9, characterized in that the metal bellows are encased in thermal insulation material (11') in the form of a ceramic nonwoven quilted in a grid pattern.
11. Thermal insulation system according to at least one of the preceding claims, characterized in that the inner lining (10) consists of metal parts of high temperature resistant stainless steels like Inconel, Nimonic produced by deep-drawing.
12. Thermal insulation system according to at least one of the preceding claims, characterized in that the body of insulating material is encased by an outer skin (12, 21).
13. Thermal insulation system according to claim 12, characterized in that the outer skin (12) consists of a high-temperature resistant stainless steel, in particular Inconel steel.
14. Thermal insulation system according to claim 12, characterized in that the outside skin (21) consists of a fiber material (ceramic fiber coating) which is coated onto the body of insulation (11) so as to bond it together.
15. Pipe element for the carrying of hot gases to internal combustion engines consisting of an inner lining (10) of a high temperature resistant stainless steel and arranged on it a body of insulating material (11) of a material comprising a high temperature ceramic fiber.
16. Pipe element according to claim 15, characterized in that the body of insulating material consists of high temperature ceramic fibers of the  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  system.
17. Pipe element according to claim 15, characterized in that the body of insulating material (11) is molded from a mixture of microporous silicon dioxide, ceramic fibers and opacifiers.
18. Pipe element according to at least one of the claims 15 through 17, characterized in that the body of insulating material is enclosed by an outer skin (12, 21).
19. Pipe element according to claim 18, characterized in that the outer skin consists of a fibrous material (ceramic fiber coating) which is coated onto the body of insulation (11) so as to bond it together.

## Description

The invention concerns a thermal insulation system for integrally cast structural parts of internal combustion engines carrying hot gases.

In prior art it is customary to produce parts of internal combustion engines which carry hot gases, for example, the exhaust gases of the internal combustion engine, at least in part as cast part and to mount it, for example, to the engine block of the internal combustion engine. It is thus, for example, customary to carry the exhaust gases of the individual cylinders with cast exhaust manifolds to come together and jointly on to the connected exhaust port. These exhaust manifolds are cast in one casting mold, together with the corresponding connecting piece for letting in the exhaust gases as well as with the outlet connection for connecting the exhaust port, and then mounted on the internal combustion engine such that the connecting piece for letting in the exhaust gases of the individual cylinders align with appropriate exhaust ports formed in the respective cylinder heads.

It furthermore is also known to provide the outlet/inlet channels which are formed in the cylinder heads with insulating inner linings. These inner linings are intended to prevent an excessive heating of the coolant flowing through the cylinder head and by that a heating of the cylinder head, but beyond this they are to prevent also the emission into the atmosphere of pollutants in that the exhaust gases are held at a high temperature beyond the outlet valve. If the temperature of the exhaust gases is kept as high as possible, the downstream-connected aggregates usually arranged in the exhaust system, the object of which is the lowering of the harmful exhaust components, work with a higher efficiency. By that one can not only lower the fraction of the harmful exhaust gases, but also save fuel.

In order to achieve an optimal embedding of the inner lining in the exhaust channels of the cylinder head one knew on one hand of pipe-shaped inserts, which were inserted into the remaining exhaust channels following the casting of the cylinder head. This, however, is only possible with a relatively simple path of the exhaust channels. With a complicated or curved course of the exhaust channels it was also known to suitably arrange such inserts in the casting mold of a cylinder head and then cast the cylinder head around these inserts. An example of such a technique is described in DE-OS 36 07 911.

**LS#328 /2004 German**

Translator: Andrea-Ingrid Schneider 715-549-5734 [andrea.i.schneider@sbcglobal.net](mailto:andrea.i.schneider@sbcglobal.net)

For the insulation of exhaust manifolds, which thus prolong the exhaust channels of the individual cylinders outside of the cylinder heads and feed [them] into a common exhaust line, one knew until now encasings for the thermal insulation into which the manifolds were embedded following their production in the cast. The fastening, though, of such encasings, for example, with respect to the cylinder head is relatively elaborate and moreover, the thermal insulation effect of known encasings is limited.

Departing from this prior art, it is thus the object of the invention to create a thermal insulation system for integrally cast structural parts of internal combustion engines carrying hot gases which can be realized easily and which has an extremely high thermal insulation effect on the exhaust gases carried through.

The means for attaining this object with a thermal insulation system of the kind mentioned at the outset are in an inner lining of individual pipe elements of a high temperature resistant material connected to one another and in a body of insulating material including high temperature ceramic fibers, which encloses the inner lining of pipe elements as a thermal insulation layer, where the pipe elements connected to one another, encased by the body of insulating material, serve as a core when casting the structural parts. With these characteristics it becomes possible to realize complicated shapes of the most varied kind of such structural parts carrying hot gases in that appropriately shaped pipe elements are connected to one another and then encased by the body of insulating material. By that one can produce, for example, exhaust manifolds for engines of any size or model. The extremely good thermal insulation is achieved through the utilization of a body of insulating material including high-temperature ceramic fibers, which then encased the pipe elements connected to one another altogether. As a body of insulating material one may use a body of insulating material of high-temperature ceramic fibers of the  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  system. The production of the body of insulation in agreement with the respectively needed shape occurred, e.g., in the vacuum process with thermal precision compression connected downstream. A serial production with a reproducible setting is hereby possible.

Such a body of insulating material can be adjusted to most complicated shapes and during recasting serves as core which, following casting, remains in the cast part.

Such a body of insulation largely prevents the heat transfer to the cast and thus water-cooled walls of the cylinder head and to the coolant.

Based on the high temperature which the inner lining of the high temperature resistant material takes up through direct contact with the hot gases and retains based on the thermal insulation through such a body of insulation, one favors an oxidation as [the] secondary reaction, thus a chemical modification of carbon monoxide into carbon dioxide and of hydrocarbons into water and carbon dioxide. Through this one considerably cuts down the harmful exhaust components. This occurs in particular if the exhaust gases still comprise oxygen sufficient for a secondary reaction. Compared to customary insulation materials which consists of oxide ceramics, a body of insulation using high temperature ceramic fibers offers not only the advantage that, in contrast to such oxide ceramics parts, they can be produced in any shape and with any cross-section, but lead also to a higher reduction in the cooling expenditure for internal combustion engines, to a lower thermal capacity, to a lower heat through-put, to a higher thermal stability, to a better noise reduction, to a higher reduction of exhaust pollutants, to a higher efficiency with turbo-*Komplex*<sup>1</sup> charging, to a higher temperature level for exhaust gas cleaning systems, to a simpler handling when casting, to a casting with fewer problems even in cast iron and finally also to a higher mechanical strength and durability.

These advantages are achieved also with an alternative embodiment if the body of insulation material is molded from a mixture of microporous silicon dioxide, ceramic fibers and opacifiers. Such a material is known under the designation "Minileit", and for the thermal insulation one uses the principle of microporosity, where the heat conduction is reduced to the theoretically lowest possible extent. With such an insulating material, the processes taking place during the heat passage through insulating materials, like thermal conductivity, gas convection, ultra-red<sup>2</sup> thermal radiation and molecular thermal conductivity through gases are altogether reduced to the lowest possible extent on the principle of the microporosity. The thermal conductivity via solids is minimized through the use of materials with an extremely low thermal conductivity, which are constructed such that on the path of the thermal conductivity they have a low solids cross-section.

---

<sup>1</sup> Unsure whether the original comprised a typographic error, and *Komplex* = *complex* may have been intended, or whether this refers to a trademark name related to performance composites

The gaseous convection is minimized in that the pocket cells<sup>3</sup> are kept sufficiently small, so that convection streams can not form. For that one uses an extremely fine powder of amorphous silicon dioxide, which is molded and solidified suitably, so that an extremely small pocket size forms. This pocket size is smaller than the mean free path length of the air molecules.

To lower the ultra-red radiation, the described body of insulation Minileit uses as opacifier high temperature metal oxides of a particular particle size and distribution.

The heat conduction, finally, is also lowered in that one realizes the spacing of cell walls in this material [to be] smaller than the mean free path length of an air molecule.

A further advantage of a body of insulation which includes high-temperature ceramic fibers lies in the possibility being created that instead of the gray cast iron common until now, which until now had to be used with parts carrying hot gases, one uses aluminum as casting material, as is already usual with engines. Moreover, with engines with very high exhaust gas temperatures, e.g., with high performance engines, one had to use until now a higher alloy cast material for the parts carrying hot gases. Through the thermal insulation with a body of insulating material comprising high temperature ceramic fibers one may now use for these purposes also simpler gray cast iron or even a cast aluminum.

With one possible embodiment of the invention, the individual pipe elements form butt joints where they can be connected to one another in a plugging manner. The butt joints shaped as plug connections between the individual pipe elements create a certain compensation of thermal expansion, which the pipe elements experience when the hot exhaust gases are passed through. Tensions within the channel system formed by the pipe elements are hereby avoided. The production of longer lines is extremely easily possible in that the pipe elements are arranged in a casting mold corresponding to the outer contour of the desired structural part and then recast.

The way in which the plug connection is achieved between the individual pipe elements may be different. One may thus provide that at their ends forming the butt joints, the individual pipe elements are shaped at one end as [male] plug part and at the other end as [female] socket part. Through consecutive plugging one can then plug

---

<sup>2</sup> or *infrared*

<sup>3</sup> or *hollow cells*; literal translation

together appropriately long lines. In agreement with their utilization according to provisions, the individual pipe elements are equipped, for example, with connecting pieces, which in the case of exhaust manifolds then fit accordingly onto the appropriate socket on a cylinder head. One may thus have provided, for example, one single pipe element for each cylinder, which is then plugged together with the other pipe elements of the other cylinders and thus forms an exhaust manifold. For a four cylinder [engine] one would thus use, e.g., four pipe elements, whereas six pipe elements would be used for a six cylinder [engine].

The plug connection in another embodiment is achieved in that the individual pipe elements are shaped identically at their ends forming the butt joints and that intermediate rings are provided, by means of which the ends of the pipe elements facing one another can be plugged on. The pipe elements may thereby be somewhat broadened in diameter at their ends so that when plugging together at the place of connection of the pipe elements, the intermediate rings are received without forming a stepped section on the inside of the pipe elements, which would counteract a uniform gas flow.

In another embodiment, the individual pipe elements are fused to one another and tension and expansion compensation elements are provided over the course of a conduit pipe formed of pipe elements fused with one another. Such expansion compensation elements can be realized as metal bellows. In order to ensure an elastic encasement in the area of the metal bellow by means of a body of insulating material of the kind mentioned, the body of insulating material can be used in this area in the form of a ceramic nonwoven quilted in a grid pattern. Through the quilting one achieves a certain elasticity of the body of insulation. The nonwoven may consist of an  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_3$  nonwoven.

The pipe elements forming the inner lining can be produced from metal parts of high temperature resistant stainless steels produced in a deep-drawing process. As stainless steel one may consider, for example, Inconel steel, a Nimonic steel, and similar steels.

Prior to the recasting of the pipe elements connected to one another and encasing with a body of insulating material, the structural part formed in this way must first be annealed [so as to] degas. The casting process, essentially directly around the insulation material, can be performed better if the body of insulation material has no additional outer skin. The body of insulation material can then degas better and no difficulties arise with



evolving gases during the casting. Thereby it may, though, come to shrinkages of the body of insulating material and by that to changes in the shape, which can only be accepted if the dimensional stability of the encased pipe element in the thus finished casting part does not matter, i.e., if large dimensional tolerances are acceptable. If, however, a high dimensional stability is required, then it is of advantage to encase the body of insulation with an outer skin. The outer skin may also consist of a Inconel steel. But it may also be provided to use as the outer skin a so-called ceramic fiber coating, for example, of a colloidal SiO<sub>2</sub> with a ceramic fiber matrix. Such a coating has an adhesive property and furthermore has the advantage that no additional outer steel skin must be provided. In contrast to known cements and mortars, the material for such a ceramic fiber coating is relatively light and with respect to the expansion and vibration) behavior it is optimally adjusted to the fiber materials of the body of insulating material. This coating can be simply sprayed onto the body of insulating material.

The invention further claims protection for an individual pipe element with the characteristics of the claims directed at such a pipe element.

The invention is explained and described more closely in the following by means of the examples of embodiment represented in the drawing.

**Fig. 1** shows the overall view of the inner lining for an exhaust manifold composed of individual pipe elements, but which is not yet recast.

**Fig. 2** shows a view in the direction of the arrow II of **Fig. 1** onto the exhaust manifold with casting and embedded inner lining,

**Fig. 3** is a sectional view of the detail **D** of **Fig. 1**,

**Fig. 4** is a further example of embodiment of the detail **D** in **Fig. 1**,

**Fig. 5** is a further example of embodiment of the detail **D** in **Fig. 1**,

**Fig. 6** is also a further example of embodiment of the detail **D** in **Fig. 1**, and

**Fig. 7** shows an exhaust manifold with fused pipe elements and with a metal bellows for expansion compensation reasons.

The thermal insulation system according to the invention is represented in **Fig. 1** by the example of an exhaust manifold, in the following designated as collection conduit. The thermal insulation system. forms an inner lining which in its entirety is designated by **1**. As will still be explained further below, this inner lining will be recast following the

plugging together of the individual pipe elements so as to create the finished collection conduit. The cast encasement is not represented in **Fig. 1**, but recognizable in **Fig. 2**.

As may be seen the, the represented inner lining is suitable for an exhaust manifold of a six cylinder internal combustion engines. The inner lining consists of six individual pipe elements **2** through **7** plugged together. Each pipe element has a connecting piece **2a** through **7a**. These connecting pieces **2a** to **7a** align with exhaust gas channels, which are not represented, into the respective cylinder head of the internal combustion engines.

The pipe element **2** is provided with an outlet connection **2b**, connected to which there is an exhaust line for passing on the collected exhaust gases.

The pipe elements form butt joints at the lines designated with *S* at which they are connected to one another in a pluggable way. Following the plugging together, the thus finished inner lining is laid into a casting mold and the outer cast encasement of the collecting pipe is then created. In this casting process, the pipe elements serve as [a] core in the casting mold. Following the recasting, the pipe elements lie tightly embedded in the casting mold, as **Fig. 2** shows in the view II of **Fig. 1**. The cast encasement is shown there with the reference number **8** and exhibits suitable connections, for example, holes **9**, for creating the further connections.

The construction of the individual pipe elements is represented in **Fig. 3**. Represented there in detail, exemplarily, is the butt joint between the pipe element **5** and the pipe element **6**. The other butt joints *S* in the further embodiment variations are each shaped accordingly. The inner wall **10** of the pipe elements **5** and **6** (and also of the other pipe elements) consists of an Inconel steel **600** of a thickness of, for example, 0.45 mm. Applied on the surface of the inner wall **10** not facing the exhaust gas carrying side there is a body of insulating material **11** in the form of a ceramic fiber material. This material completely encloses the inner wall **10**, i.e., also in the course of the individual connecting piece **5a** and **6a**, etc., respectively.

The thermal insulation layer formed by this body of insulating material **11** is embedded into a outer skin **12**, which in the case of the example of embodiment according to **Fig. 3** also consists of Inconel steel **600**. The steel, though, is thinner than that of the inner wall **10** and is approx. 0.2 mm in thickness.

The production of the pipe elements assembled in this way takes place through [the] prefabrication of the inner wall **10** and the outer skin **12** in a deep-drawing process. As can be seen, the butt joints in this example of embodiment are built such that on its side facing the pipe element **6**, the pipe element **5** is built as plug part, whereas the pipe element **6** serves on this side as socket. For this, the pipe element **5** goes at first from a step **15** over into a section **16** extending axially parallel and from there into a slant **14** towards an end **13**. The outer skin **12** in the last section **17** is connected directly to the inner wall **10**, so that the body of insulating material **11** is embedded entirely. The inner wall of the pipe element **6** is shaped accordingly as socket, in agreement with the described course of the outer skin **12**. Overlapping areas thus form in the area of the horizontally extending sections **16** and **17**, which make possible a shifting of the pipe elements **5** and **6** with respect to one another, without forgoing by that the sealing effect at the butt joints. By forming the step **15** and the step **18**, the pipe elements can be plugged together such that projections form neither towards the outer surface nor towards the inner side which comes into contact with the exhaust gases.

A further possible embodiment of the butt joints *S* is represented in **Fig. 4**. In this variation, the body of insulating material is embedded at the ends by sections **19** and **20**, respectively, each progressing perpendicularly, by way of which the outer skin **12** in contact with the end area goes over to the inner wall **10**, respectively the inner wall of the pipe element **6** is in contact with the outer skin **12**.

Facing the inner side carrying hot gases, the embodiment is also made so that no edges form which project into the conduit. Towards the outer surface, around which the casting is cast, the pipe element **6** forms an overlapping area which, in contrast to the embodiment from **Fig. 3**, projects beyond the surface of the outer skin **12** of the pipe element **5**.

In the cases of the **Fig. 3** and **4**, the outer skin consists each time, as mentioned, of a thin steel panels.

In contrast hereto, the outer skin in the examples of embodiment of **Fig. 5** and **6**, consists of a ceramic fiber coating material. This outer skin is provided with the reference number **21**. In order to be able to embed the body of insulation **11** in these examples of embodiment, the end regions of the pipe elements are each designed the

same. In the example of embodiment according to **Fig. 5**, the inner wall **10** each go over via a step **22** into a section of a larger inside diameter and at its end, with a section **23** pointing perpendicularly to the pipe axis, is bent upwards over the entire height of the body of insulation **11**. By that, the body of insulation **11** is also embedded. The plug connection is achieved by means of an intermediate ring **24** which extends to approximately equal parts on either side into each of the bordering pipe elements. The pipe elements are slid on with their ends onto this intermediate ring **24**. A sealing ring **24**, which also consists of a ceramic fiber insulating material, is placed between the ends formed by the vertical section **23** and prevents also in this area a dissipation of heat or heat transfer.

The embodiment according to **Fig. 6** differs from the embodiment according to **Fig. 6** in that appropriately shaped parts **25** and **26**, respectively, are used to form the vertical sections **23**. The part **25** is placed on the inner wall **10** such that the vertical section **23** projects beyond the end **27** of the inner wall **10** of the pipe element **5**, whereas the part **26** at the pipe element **6** is recessed with respect to the end **28** of the inner wall **10** of this pipe element. By that, the end **28** of the pipe element **6**, when plugged into one another, slides under the part **25** of the pipe element **5** so that again a plug connection is formed. Between the two vertical sections **23** there is again a sealing ring **24** of ceramic fiber material.

In all cases one forms butt joints which allow for the pipe elements to be plugged into one another fittingly prior to the cast being then created.

A section of a part carrying hot gases is shown in the example of embodiment represented in **Fig. 7**, which is also equipped with the thermal insulation system according to the invention.

The part is again shown only in sections, whereby three pipe elements **2'**, **3'** and **4'** can be seen connected to one another.

At their butt joint **S**, the pipe elements **2'** and **3'** are fused with one another in the area of their inner wall **10**. This inner wall is again formed by a high temperature resistant stainless steel. For [reasons of] expansion and tension compensation, a metal bellows **30** is arranged between the pipe elements **3'** and **4'**, which at its ends is fused with the appropriate ends of the pipe elements **3'**, **4'**. The inner wall **10** is again encased with a

body of insulation 11 of the kind described. in the area of the metal bellows 30, the encasement 11' consists of a ceramic fiber nonwoven, which is quilted in a grid pattern with quilting seams. Through the design of the body of insulation in the area of the metal bellows 30 as a fiber nonwoven 11' one achieves in this area an elastic insulation, i.e., the nonwoven 11' can also carry out the expansions of the metal bellows, without becoming leaky.

The thermal insulation layer formed by the body of insulation 11 and the nonwoven 11' is again enclosed by an outer encasement 21. This outer encasement may either be a steel encasement, or else also a ceramic fiber coating material. This material ensures the dimensional stability following the casting process and nevertheless allows the gases [to pass] through, so that a sufficient degassing may take place during the annealing of the structural part prior to the casting.

The entire structural part, which as mentioned was represented in Fig. 7 only as a section and simplified, is then provided with the casting 8.

The pipe elements connected to one another according to the invention form a thermally insulated structural part which has extremely good thermal insulation properties. It is clear that with such a thermal insulation system one can connect with one another the most differently shaped pipe elements so that one can create conduit pipes for hot gases of any shape and any length.

The invention is also directed at an individual pipe element which has a layered construction as it may be gathered from the Fig. 1 through 7. Such pipe elements may be used not only in exhaust manifolds and collector conduit pipes for exhaust gases of internal combustion engines, but also in all structural parts carrying hot gases, like outlet/inlet channels, piston trough, prechambers, and swirl chambers of internal combustion engines, whereby these pipe elements are then laid during casting into the casting molds of the appropriate structural parts and are then cast-in.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**  
①1 **DE 3720714 A1**

⑤1 Int. Cl. 4:  
**F01N 7/14**

②1 Aktenzeichen: P 37 20 714.8  
②2 Anmeldetag: 23. 6. 87  
④3 Offenlegungstag: 5. 1. 89

DE 3720714 A1

⑦1 Anmelder:

G + H Montage GmbH, 6700 Ludwigshafen, DE;  
Daimler-Benz AG, 7000 Stuttgart, DE

⑦4 Vertreter:

Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal  
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,  
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;  
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte,  
8000 München; Kinkeldey, U., Dipl.-Biol. Dr.rer.nat.,  
Pat.-Ass., 8021 Icking; Bott-Bodenhausen, M.,  
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Ehnold, A., Dipl.-Ing., 8000  
München; Schoppe, F., Dipl.-Ing.Univ., 8022  
Grünwald; Schuster, T., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte,  
8000 München

⑦2 Erfinder:

Bechtel, Peter, 6700 Ludwigshafen, DE; Bergmann,  
Horst, 7300 Esslingen, DE; Hilpert, Ulrich, 7314  
Wernau, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 **Wärmedämmsystem für heiße Gase führende eingegossene Bauteile von Brennkraftmaschinen**

Die Erfindung betrifft ein Wärmedämmsystem für heiße Gase führende, eingegossene Bauteile von Brennkraftmaschinen. Um eine wirkungsvolle Wärmedämmung und damit eine Führung von Heißgasen bei Brennkraftmaschinen jeden Typs erreichen zu können, besteht das Wärmedämmsystem aus einzelnen miteinander verbundenen Rohrelementen aus einem hochwarmfesten Material, auf denen ein keramische Hochtemperaturfasern umfassender Dämmstoffkorpus angeordnet ist. Dieser Dämmstoffkorpus umgibt die Innenauskleidung aus hochwarmfestem Material. Das Rohrelement wird zusammen mit dem Dämmstoffkorpus als Kern beim Gießen des Bauteils verwendet und verbleibt in dem die heißen Gase führenden Bauteil.

DE 3720714 A1

## Patentansprüche

1. Wärmedämmsystem für heiße Gase führende, eingegossene Bauteile von Brennkraftmaschinen, **gekennzeichnet durch eine Innenauskleidung aus einzelnen, miteinander verbundenen Rohrelementen (2, 3, 4, 5, 6, 7; 2', 3', 4') aus einem hochwarmfesten Material (10) und durch einen keramische Hochtemperaturfasern umfassenden Dämmstoffkorp**us (11, 11'), der als Wärmedämmschicht die Innenauskleidung (10) der Rohrelemente umgibt, wobei die vom Dämmstoffkorpus (11, 11') ummantelten, miteinander verbundenen Rohrelemente als Kern beim Gießen des Bauteils dienen.
2. Wärmedämmsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Dämmstoffkorpus (11, 11') aus keramischen Hochtemperaturfasern des Systems  $Al_2O_3/SiO_2$  besteht.
3. Wärmedämmsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Dämmstoffkorpus (11) aus einer Mischung von mikroporösem Siliziumdioxid, keramischen Fasern und Trübmittel geformt ist.
4. Wärmedämmsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Rohrelemente Stoßstellen (S) bilden, an denen sie steckbar miteinander verbindbar sind.
5. Wärmedämmsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Rohrelemente (2, 3, 4, 5, 6, 7) an ihren die Stoßstellen (S) bildenden Enden an einem Ende als Steckerteil und am anderen Ende als Buchsenteil ausgebildet sind.
6. Wärmedämmsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Rohrelemente (2 bis 7) an ihren die Stoßstellen (S) bildenden Enden gleich ausgebildet sind und daß Zwischenringe (24) vorgesehen sind, über die die aufeinander zu weisenden Enden aufsteckbar sind.
7. Wärmedämmsystem nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Rohrelemente (2', 3', 4') miteinander verschweißt sind.
8. Wärmedämmsystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß im Verlauf einer von miteinander verbundenen Rohrelementen (2', 3', 4') gebildeten Leitungsrohre Spannungs- und Dehnungsausgleichselemente (30) vorgesehen sind.
9. Wärmedämmsystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Spannungs- und Dehnungsausgleichselemente Metallbälge (30) vorgesehen sind.
10. Wärmedämmsystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallbälge mit Wärmedämmmaterial (11') in der Form eines in Rasterform versteppten, keramischen Faservlieses ummantelt sind.
11. Wärmedämmsystem nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenauskleidung (10) im Tiefziehverfahren hergestellte Metallteile aus hochwarmfesten Edelstählen wie Inconel, Nimonic besteht.
12. Wärmedämmsystem nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Dämmkorpus mit einer Außenhaut (12, 21) ummantelt ist.
13. Wärmedämmsystem nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenhaut (12) aus einem hochwarmfesten Edelstahl, insbesondere Inconel-

stahl, besteht.

14. Wärmedämmsystem nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenhaut (21) aus einer Fasermasse (Keramikfaser-Coating) besteht, die zum Zusammenkleben des Dämmkorpus (11) auf diesem aufgetragen wird.

15. Rohrelement zur Führung von heißen Gasen an Brennkraftmaschinen bestehend aus einer Innenauskleidung (10) aus einem hochwarmfesten Edelstahl und einem darauf angeordneten Dämmstoffkorpus (11) aus einem keramische Hochtemperaturfasern umfassenden Material.

16. Rohrelement nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Dämmstoffkorpus aus keramischen Hochtemperaturfasern des Systems  $Al_2O_3/SiO_2$  besteht.

17. Rohrelement nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Dämmstoffkorpus (11) aus einer Mischung von mikroporösem Siliziumdioxid, keramischen Fasern und Trübmittel geformt ist.

18. Rohrelement nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Dämmstoffkorpus mit einer Außenhaut (12, 21) umgeben ist.

19. Rohrelement nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenhaut aus einer Fasermasse (Keramikfaser-Coating) besteht, die zum Zusammenkleben des Dämmstoffkorpus (11) auf diesem aufgetragen wird.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Wärmedämmsystem für heiße Gase führende, eingegossene Bauteile von Brennkraftmaschinen.

Es ist im Stand der Technik üblich, Bauteile an Brennkraftmaschinen, die heiße Gase führen, wie beispielsweise die Abgase der Brennkraftmaschine zumindest teilweise als Gußbauteile herzustellen und beispielsweise am Motorblock der Brennkraftmaschine zu befestigen. So ist es beispielsweise üblich, die Abgase der einzelnen Zylinder mit gegossenen Abgaskrümmern zusammen und gemeinsam an den angeschlossenen Auspuffkanal weiterzuführen. Diese Abgaskrümmen werden in einer Gußform mit den entsprechenden Anschlußstutzen für die Einleitung der Abgase sowie mit dem Auslaßstutzen zum Anschließen des Auspuffkanals gegossen und dann an der Brennkraftmaschine so angebracht, daß die Anschlußstutzen für die Einleitung der Abgase der einzelnen Zylinder mit entsprechenden, in den jeweiligen Zylinderköpfen ausgebildeten Auspuffkanälen fluchten.

Es ist darüber hinaus auch bekannt, die einzelnen Auslaß-/Einlaßkanäle, die in den Zylinderköpfen ausgebildet sind, mit isolierenden Innenauskleidungen zu versehen. Diese Innenauskleidungen sollen eine übermäßige Aufheizung der durch den Zylinderkopf fließenden Kühlmittel und damit einer Überhitzung des Zylinderkopfes vorbeugen, sie sollen darüber hinaus aber auch die Emission von Schadstoffen in die Atmosphäre dadurch verhindern, daß die Auspuffgase hinter den Auslaßventilen auf hoher Temperatur gehalten werden. Wenn die Temperatur der Auspuffgase möglichst hoch gehalten wird, arbeiten die in dem Auspuffsystem im allgemeinen angeordneten nachgeschalteten Aggregate, deren Aufgabe die Herabsetzung der schädlichen Abgasebestandteile ist, mit größerem Wirkungsgrad. Dadurch kann nicht nur der Anteil der schädlichen Ab-



gase gesenkt, sondern auch Kraftstoff gespart werden.

Um eine optimale Einbettung der Innenauskleidung in den Auspuffkanälen des Zylinderkopfes zu erhalten, waren einerseits rohrförmige Einsatzstücke bekannt, die nach dem Gießen des Zylinderkopfes in die verbleibenden Auspuffkanäle eingeschoben worden sind. Dies ist jedoch nur bei relativ einfachem Verlauf der Auspuffkanäle möglich. Bei komplizierterem oder gekrümmtem Verlauf der Auspuffkanäle war es auch bekannt, solche Einsatzstücke geeignet in der Gußform eines Zylinderkopfes anzuordnen und dann den Zylinderkopf um diese Einsatzstücke herum zu gießen. Ein Beispiel einer solchen Technik ist in der DE-OS 36 07 911 beschrieben.

Für die Dämmung von Abgaskrümmern, die also die Auspuffkanäle der einzelnen Zylinder außerhalb der Zylinderköpfe fortsetzen und einer gemeinsamen Auspuffleitung zuführen, waren bisher zur Wärmedämmung Ummantelungen bekannt, in die die Krümmer nach ihrer Herstellung im Guß eingebettet worden sind. Die Befestigung solcher Ummantelungen, beispielsweise gegenüber dem Zylinderkopf ist jedoch relativ umständlich und darüber hinaus ist die wärmedämmende Wirkung bekannter Ummantelungen begrenzt.

Der Erfindung liegt ausgehend von diesem Stand der Technik die Aufgabe zugrunde, ein Wärmedämmsystem für heiße Gase führende, eingegossene Bauteile von Brennkraftmaschinen zu schaffen, das einfach verwirklicht werden kann und das eine extrem hohe wärmedämmende Wirkung auf die hindurchgeleiteten Abgase hat.

Gelöst wird diese Aufgabe bei einem Wärmedämmsystem der eingangs genannten Art durch eine Innenauskleidung aus einzelnen, miteinander verbundenen Rohrelementen aus einem hochwarmfesten Material und durch einen keramische Hochtemperaturfasern umfassenden Dämmstoffkorporus, der als Wärmedämmschicht die Rohrelemente umgibt, wobei die vom Dämmstoffkorporus ummantelten miteinander verbundenen Rohrelemente als Kern beim Gießen des Bauteils dienen. Mit diesen Merkmalen wird es möglich, komplizierte Formen der unterschiedlichsten Art von solchen heißen Gase führenden Bauteilen zu verwirklichen, indem entsprechend geformte Rohrelemente miteinander verbunden und dann mit dem Dämmstoffkorporus ummantelt werden. Es lassen sich damit beispielsweise Abgaskrümmen für Motoren jeglicher Größe und Bauart herstellen. Die extrem gute Wärmedämmung wird durch die Verwendung eines keramische Hochtemperaturfasern umfassenden Dämmstoffkorporus, der die dann miteinander verbundenen Rohrelemente insgesamt ummantelt, erreicht. Als Dämmstoffkorporus kann ein Dämmstoffkorporus aus keramischen Hochtemperaturfasern des Systems  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  verwendet werden. Die Herstellung des Dämmkorporus, entsprechend der jeweils benötigten Form erfolgt z.B. im Vakuumansaugverfahren mit nachgeschalteter thermischer Präzisionspressung. Hierdurch ist eine serienmäßige Herstellung in reproduzierbarer Einstellung möglich.

Ein solcher Dämmstoffkorporus kann an komplizierteste Formen der Gasführungsbauteile angepaßt werden und dient beim Umgießen als Kern, der nach dem Gießvorgang im Gußbauteil verbleibt.

Ein solcher keramischer Dämmkorporus verhindert weitgehend die Wärmeübertragung an die gegossenen und damit wassergekühlten Zylinderkopfwände und an das Kühlwasser.

Durch die hohe Temperatur, die die Innenauskleidung aus dem hochwarmfesten Material durch unmittelbaren

Kontakt mit den heißen Gasen aufnimmt und aufgrund der Wärmedämmung durch einen solchen Dämmkorporus beibehält, wird als Nachreaktion eine Oxidation, also eine chemische Veränderung von Kohlenmonoxid zu Kohlendioxid und von Kohlenwasserstoffen zu Wasser- und Kohlendioxid begünstigt. Hierdurch werden die schädlichen Abgasbestandteile wesentlich herabgesetzt. Dies geschieht insbesondere dann, wenn die Abgase noch ausreichend Sauerstoff für eine Nachreaktion enthalten. Ein Dämmkorporus unter Verwendung von keramischen Hochtemperaturfasern bietet gegenüber herkömmlichen Dämmmaterialien, die aus Oxidkeramik bestehen, nicht nur den Vorteil, daß sie sich gegenüber solchen Oxidkeramikteilen in beliebiger Form und mit beliebigem Querschnitt herstellen lassen, sondern führen auch zu einer höheren Reduktion des Kühlaufwandes bei Brennkraftmaschinen, zu einer geringeren Wärmekapazität, zu einem geringeren Wärmedurchgang, zu einer höheren thermischen Stabilität, zu einer besseren Geräuschreduktion, zu einer höheren Abgasschadstoffsenkung, zu einer höheren Wirksamkeit bei Turbo-Komprexaufladung, zu einem höheren Temperaturniveau für Abgasreinigungssysteme, zu einem einfacheren Handling beim Eingießen, zu einem problemloseren Eingießen auch in Gußeisen und schließlich auch zu einer höheren mechanischen Festigkeit bzw. Haltbarkeit.

Diese Vorteile werden auch bei einer alternativen Ausführungsform dann erreicht, wenn der Dämmstoffkorporus aus einer Mischung von mikroporösem Siliziumdioxid, keramischen Fasern und Trübmitteln geformt ist. Ein solches Material ist unter der Bezeichnung "Minileit" bekannt und bedient sich zur Wärmedämmung des Prinzips der Mikroporosität, wobei die Wärmeleitung auf das niedrigste theoretisch mögliche Maß reduziert wird. Die beim Wärmedurchgang durch Dämmstoffe stattfindenden Vorgänge, wie Wärmeleitung, Gaskonvektion, ultrarote Wärmestrahlung und molekulare Wärmeleitung durch Gase werden bei einem solchen Dämmkorporus auf dem Prinzip der Mikroporosität allesamt auf das niedrigste mögliche Maß reduziert. Die Wärmeleitung über Festkörper wird durch die Benutzung von Stoffen mit äußerst niedriger Wärmeleitfähigkeit minimiert, die derart konstruiert sind, daß sie auf dem Weg der Wärmeleitung einen niedrigen Feststoffquerschnitt aufweisen. Die gasförmige Konvektion wird minimiert, indem die Hohlraumzellen ausreichend klein gehalten werden, so daß Konvektionsströme nicht entstehen können. Hierzu wird ein äußerst feines Pulver aus amorphem Siliziumdioxid eingesetzt, das geeignet geformt und verfestigt wird, so daß eine extrem kleine Hohlraumgröße entsteht. Diese Hohlraumgröße ist kleiner als die durchschnittliche freie Weglänge der Luftmoleküle.

Zur Herabsetzung der Ultrarotstrahlung verwendet der beschriebene Dämmkorporus Minileit als Trübmittel Hochtemperaturmetalloxide einer besonderen Teilchengröße und Verteilung.

Die Wärmeleitung wird schließlich ebenfalls dadurch herabgesetzt, daß man den Abstand der Zellwände in diesem Material kleiner als die mittlere freie Weglänge eines Luftmoleküls, d.h. weniger als  $0,1 \mu\text{m}$  unter Normalbedingungen verwirklicht.

Ein weiterer Vorteil eines Dämmstoffkorporus, der keramische Hochtemperaturfasern umfaßt, liegt darin, daß die Möglichkeit geschaffen wird, statt dem bisher üblichen Grauguß, der bisher bei heißen Gase führenden Bauteilen verwendet werden mußte, nun auch, wie das

schon bei Motoren üblich ist, Aluminium als Gußmaterial einzusetzen. Bei Motoren mit sehr hohen Abgastemperaturen, z.B. bei Hochleistungsmotoren, mußte man darüber hinaus bisher ein höher legiertes Gußmaterial für die heiße Gase führenden Bauteile verwenden. Durch die Wärmedämmung mit einem keramische Hochtemperaturfasern umfassenden Dämmstoffkorpus kann nun auch für diese Zwecke einfacherer Grauguß oder auch ein Aluminiumguß eingesetzt werden.

Bei einer möglichen Ausführungsform der Erfindung bilden die einzelnen Rohrelemente Stoßstellen, an denen sie steckbar miteinander verbindbar sind. Die als Steckverbindungen ausgebildeten Stoßstellen zwischen den einzelnen Rohrelementen schaffen einen gewissen Ausgleich von thermischen Ausdehnungswegen, die die Rohrelemente erfahren, wenn die heißen Abgase hindurch geleitet werden. Spannungen innerhalb des durch die Rohrelemente gebildeten Kanalsystems werden dadurch vermieden. Die Herstellung von längeren Leitungen ist äußerst einfach möglich, indem die Rohrelemente in einer der Außenkontur des gewünschten Bauteils entsprechenden Gußform angeordnet und dann umgossen werden.

Die Art, wie die Steckverbindung zwischen den einzelnen Rohrelementen erreicht wird, kann verschieden sein. So kann beispielsweise vorgesehen sein, die einzelnen Rohrelemente an den die Stoßstellen bildenden Enden an einem Ende als Steckerteil und am anderen Ende als Buchsenteil auszubilden. Durch das Hintereinanderstecken lassen sich dann entsprechend lange Leitungen zusammenstecken. Die einzelnen Rohrelemente werden entsprechend ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung beispielsweise mit Anschlußstutzen ausgestattet, die dann im Falle von Auspuffkrümmern entsprechend auf die entsprechenden Stutzen an einen Zylinderkopf passen. So kann für jeden Zylinder beispielsweise ein einzelnes Rohrelement vorgesehen sein, welches dann mit den anderen Rohrelementen der anderen Zylinder zusammengesteckt wird und so einen Abgaskrümmern bildet. Für einen Vierzylinder würden dann z.B. vier Rohrelemente eingesetzt, während für einen Sechszylinder sechs Rohrelemente verwendet werden würden.

Bei einer anderen Ausgestaltung wird die Steckverbindung dadurch bewirkt, daß die einzelnen Rohrelemente an ihren die Stoßstellen bildenden Enden gleich ausgebildet sind und daß Zwischenringe vorgesehen sind, über die die aufeinanderweisenden Enden der Rohrelemente aufsteckbar sind. Dabei können die Rohrelemente an ihren Enden im Durchmesser etwas erweitert sein, so daß die Zwischenringe beim Aneinanderstecken an der Verbindungsstelle der Rohrelemente aufgenommen werden, ohne einen stufenförmigen Abschnitt im Innern der Rohrelemente zu bilden, was einer gleichmäßigen Gasströmung entgegenwirken würde.

Bei einer anderen Ausgestaltung sind die einzelnen Rohrelemente miteinander verschweißt und es werden im Verlauf eines aus miteinander verschweißten Rohrelementen gebildeten Leitungsrohres Spannungs- und Dehnungsausgleichselemente vorgesehen. Solche Dehnungsausgleichselemente können als Metallbälge verwirklicht sein. Um im Bereich der Metallbälge eine elastische Ummantelung mit Hilfe eines Dämmstoffkorpus der genannten Art sicherzustellen, kann in diesem Bereich der Dämmstoffkorpus in der Form eines in Rasterform verstepten keramischen Faservlieses verwendet werden. Durch die Versteppung wird eine gewisse Elastizität des Dämmkorpus erreicht. Das Faservlies kann

aus einem  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ -Vlies bestehen.

Die die Innenauskleidung bildenden Rohrelemente können von im Tiefziehverfahren hergestellten Metallteilen aus hochwarmfesten Edelstählen hergestellt werden. Als Edelstahl kommt beispielsweise ein Inconel-Stahl, ein Nimonicstahl und ähnliche Edelstähle in Frage.

Vor dem Umgießen der miteinander verbundenen und mit einem Dämpfstoffkorpus ummantelten Rohrelemente muß das so gebildete Bauteil zur Entgasung getempert werden. Der nachfolgende Gießvorgang läßt sich an sich unmittelbar um das Dämmmaterial herum dann besser durchführen, wenn der Dämmstoffkorpus keine weitere Außenhaut aufweist. Der Dämmstoffkorpus kann dann besser entgasen und es entstehen keine Schwierigkeiten mit dem Gasen während des Gusses. Allerdings kann es dabei zu Schrumpfungen des Dämmstoffkorpus und damit zu Formveränderungen kommen, was nur dann in Kauf genommen werden kann, wenn es auf die Maßhaltigkeit des ummantelten Rohrelements im dann fertig gegossenen Bauteil nicht ankommt, d.h., wenn große Maßtoleranzen zulässig sind. Wenn jedoch eine hohe Maßhaltigkeit gefordert ist, ist es von Vorteil, den Dämmkorpus mit einer Außenhaut zu ummanteln. Die Außenhaut kann ebenfalls aus einem Inconelstahl bestehen. Es kann aber auch vorgesehen sein, als Außenhaut ein sogen. Keramikfaser-Coating, aus beispielsweise einem kolloidalen  $\text{SiO}_2$  mit einer Keramikfasermatrix einzusetzen. Ein solches Coating hat eine klebende Eigenschaft und besitzt darüber hinaus den Vorteil, daß keine zusätzliche Stahlausenhaut vorgesehen werden muß. Die Masse für ein solches Keramikfaser-Coating ist im Gegensatz zu bekannten Kittungen und Mörteln relativ leicht und ist bezüglich des Dehnungsverhaltens optimal auf die Faserwerkstoffe des Dämmstoffkorpus abgestimmt. Dieses Coating kann auf den Dämmstoffkorpus einfach aufgespritzt werden.

Die Erfindung beansprucht außerdem Schutz für ein einzelnes Rohrelement mit den Merkmalen der auf ein solches Rohrelement gerichteten Ansprüche.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele weiter erläutert und beschrieben.

Fig. 1 zeigt die Gesamtansicht der aus einzelnen Rohrelementen zusammengesetzten Innenauskleidung für einen Abgaskrümmern, der jedoch noch nicht umgossen ist.

Fig. 2 zeigt eine Ansicht in Pfeilrichtung II der Fig. 1 auf den Abgaskrümmern mit Guß und eingebetteter Innenauskleidung.

Fig. 3 ist eine Schnittdarstellung des Details D der Fig. 1.

Fig. 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des Details D in Fig. 1.

Fig. 5 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des Details D in Fig. 1.

Fig. 6 ist ebenfalls ein weiteres Ausführungsbeispiel der Details D der Fig. 1 und

Fig. 7 zeigt einen Abgaskrümmern mit zusammengeschweißten Rohrelementen und mit einem Metallbalg zum Dehnungsausgleich.

In Fig. 1 ist das erfindungsgemäße Wärmedämmsystem am Beispiel eines Abgaskrümmers, im folgenden als Sammelleitungsrohr bezeichnet, dargestellt. Das Wärmedämmsystem bildet eine Innenauskleidung, die im Ganzen mit 1 bezeichnet ist. Diese Innenauskleidung wird, wie noch weiter unten erläutert werden wird, nach dem Zusammenstecken der einzelnen

Elemente zur Herstellung des fertigen Sammelleitungsrohres umgossen. Der Gußmantel ist in Fig. 1 nicht dargestellt, jedoch in Fig. 2 zu erkennen.

Wie zu sehen ist, ist die dargestellte Innenauskleidung für einen Auspuffkrümmer einer Sechszylinderbrennkraftmaschine geeignet. Die Innenauskleidung besteht aus sechs einzelnen, ineinandergesteckten Rohrelementen 2 bis 7. Jedes Rohrelement weist einen Anschlußstutzen 2a bis 7a auf. Diese Anschlußstutzen 2a bis 7a fluchten mit nicht dargestellten Auspuffkanälen in den jeweiligen Zylinderköpfen der Brennkraftmaschine.

Das Rohrelement 2 ist mit einem Auslaßstutzen 2b versehen, an dem eine Auspuffleitung zum Weiterleiten der gesammelten Abgase angeschlossen werden kann.

Die Rohrelemente bilden an den mit S bezeichneten Linien Stoßstellen, an denen sie steckbar miteinander verbunden sind. Nach dem Zusammenstecken wird die dann fertiggestellte Innenauskleidung in eine Gußform gelegt und es wird dann der äußere Gußmantel des Sammelleitungsrohres erzeugt. Die Rohrelemente dienen bei diesem Gießvorgang als Kern in der Gußform. Nach dem Umgießen liegen die Rohrelemente fest eingebettet in der Gußform, wie das die Fig. 2 in der Ansicht II der Fig. 1 zeigt. Dort ist der Gußmantel mit dem Bezugszeichen 8 versehen und weist geeignete Anschlüsse, beispielsweise Bohrungen 9 auf, um die weiteren Anschlüsse herstellen zu können.

Der Aufbau der einzelnen Rohrelemente ist in einem ersten Ausführungsbeispiel in Fig. 3 dargestellt. Dort ist im Detail die Stoßstelle zwischen dem Rohrelement 5 und dem Rohrelement 6 beispielsweise dargestellt. Auch die übrigen Stoßstellen S sind bei den weiteren Ausführungsvarianten jeweils entsprechend ausgebildet. Die Innenwand 10 der Rohrelemente 5 und 6 (und auch der übrigen Rohrelemente) besteht aus einem Inconelstahl 600, beispielsweise mit einer Dicke von 0,45 mm. Auf der nicht der Abgasführungsseite zugewandten Fläche der Innenwand 10 ist ein Dämmstoffkorp 11 in Form eines Keramikfaser-Materials aufgebracht. Dieses Material umgibt die Innenwand 10 vollständig, d.h., also auch im Verlauf der einzelnen Anschlußstutzen 5a bzw. 6a usw.

Die von diesem Dämmstoffkorp 11 gebildete Wärmedämmschicht ist in eine Außenhaut 12 eingebettet, die im Falle des Ausführungsbeispiels nach Fig. 3 ebenfalls aus Inconelstahl 600 besteht. Der Stahl ist jedoch dünner als derjenige der Innenwand 10 und beträgt in seiner Stärke ca. 0,2 mm.

Die Herstellung dieser so aufgebauten Rohrelemente geschieht durch Vorfertigen der Innenwand 10 und der Außenhaut 12 im Tiefziehverfahren. Wie zu sehen ist, sind bei diesem Ausführungsbeispiel die Stoßstellen so ausgebildet, daß das Rohrelement 5 auf seiner dem Rohrelement 6 zugewandten Seite als Steckerteil ausgebildet ist, während das Rohrelement 6 auf dieser Seite als Buchse dient. Hierzu geht das Rohrelement 5 zunächst in einer Stufe 15 in einen sich achsparallel erstreckenden Abschnitt 16 und von dort in eine Schräge 14 zum Ende 13 hin über. Im letzten Abschnitt 17 ist die Außenhaut 12 unmittelbar mit der Innenwand 10 verbunden, so daß der Dämmstoffkorp 11 vollständig eingebettet ist. Die Innenwand 10 des Rohrelementes 6 ist korrespondierend dem geschilderten Verlauf der Außenhaut 12 entsprechend als Buchse ausgebildet. Im Bereich der horizontal verlaufenden Abschnitte 16 und 17 entstehen somit Überlappungsbereiche, die eine in Achsrichtung mögliche Verschiebung der Rohrelemente 5 und 6 gegeneinander ermöglichen, ohne dadurch die

Dichtwirkung an der Stoßstelle aufzugeben. Durch die Ausbildung der Stufe 15 und der Stufe 18 können die Rohrelemente so zusammengesteckt werden, daß weder zur Außenfläche hin noch zur Innenseite, die mit den Abgasen in Berührung kommt, Vorsprünge gebildet werden.

Eine weitere mögliche Ausgestaltung der Stoßstellen S ist in Fig. 4 dargestellt. Bei dieser Variante ist der Dämmstoffkorp 11 am Ende durch jeweils senkrecht verlaufende Abschnitte 19 bzw. 20 eingebettet, über die die Außenhaut 12 in Kontakt mit dem Endbereich der Innenwand 10 bzw. die Innenwand des Rohrelementes 6 in Kontakt mit der Außenhaut 12 übergeht.

Zur heißgasführenden Innenseite hin ist die Ausführung ebenfalls so getroffen, daß keine Kanten entstehen, die in die Leitung hineinragen. Zur Außenfläche, um die der Guß herumgegossen wird, bildet das Rohrelement 6 einen Überlappungsbereich, der im Gegensatz zur Ausführungsform der Fig. 3 über die Fläche der Außenhaut 12 des Rohrelementes 5 übersteht.

In den Fällen der Fig. 3 und 4 besteht die Außenhaut jeweils, wie erwähnt, aus einem dünnen Stahlblech.

Bei den Ausführungsbeispielen der Fig. 5 und 6 besteht dagegen die Außenhaut aus einem Keramikfaser-Coatingmaterial. Diese Außenhaut ist mit dem Bezugszeichen 21 versehen. Um den Dämmkorp 11 bei diesen Ausführungsbeispielen einbetten zu können, sind die Endbereiche der Rohrelemente jeweils gleich ausgebildet. Bei dem Ausführungsbeispiel nach der Fig. 5 geht die Innenwand 10 jeweils über eine Stufe 22 in einen Abschnitt größeren Innendurchmessers über und ist am Ende durch einen quer zur Rohrachse weisenden Abschnitt 23 nach oben über die volle Höhe des Dämmkorpus 11 abgebogen. Dadurch wird der Dämmkorp 11 ebenfalls eingebettet. Die Steckverbindung geschieht mit Hilfe eines Zwischenrings 24, der beidseitig etwa zu gleichen Teilen in die jeweils angrenzenden Rohrelemente hineinragt. Die Rohrelemente werden mit ihren Enden auf diesen Zwischenring 24 aufgeschoben. Zwischen die durch den vertikalen Abschnitt 23 gebildeten Enden wird ein Dichtungsring 24 angeordnet, der ebenfalls aus einem Keramikfaser-Dämmmaterial besteht und auch in diesem Bereich eine Wärmeabführung bzw. Wärmeübertragung verhindert.

Die Ausführungsform nach Fig. 6 unterscheidet sich von der Ausführungsform nach Fig. 5 dadurch, daß zur Bildung der Vertikalabschnitte 23 entsprechend ausgebildete Teilstücke 25 bzw. 26 eingesetzt werden. Das Teilstück 25 ist auf die Innenwand 10 so aufgesetzt, daß der vertikale Abschnitt 23 das Ende 27 der Innenwand 10 des Rohrelementes 5 überragt, während das Teilstück 26 am Rohrelement 6 gegenüber dem Ende 28 der Innenwand 10 dieses Rohrelementes zurückversetzt ist. Dadurch untergleitet beim Ineinanderstecken das Ende 28 des Rohrelementes 6 das Teilstück 25 des Rohrelementes 5, so daß ebenfalls eine Steckverbindung entsteht. Zwischen den beiden vertikalen Abschnitten 23 befindet sich wiederum ein Dichtungsring 24 aus Keramikfaser-Material.

In allen Fällen werden Stoßstellen gebildet, die es erlauben, die Rohrelemente passend ineinanderzustekken, bevor dann der Guß erzeugt wird.

Bei dem in Fig. 7 dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein Ausschnitt aus einem heißgasführenden Bauteil gezeigt, das ebenfalls mit dem erfindungsgemäßen Wärmedämmsystem ausgestattet ist.

Das Bauteil ist wiederum nur in Ausschnitten gezeigt, wobei drei miteinander verbundene Rohrelemente 2', 3'

und 4' zu sehen sind.

Die Rohrelemente 2' und 3' sind an ihrer Stoßstelle 5  
miteinander im Bereich ihrer Innenwand 10 ver-  
schweißt. Diese Innenwand wird wiederum von einem  
hochwarmfesten Edelstahl gebildet. Zwischen den  
Rohrelementen 3' und 4' ist zum Dehnungs- und Span-  
nungsausgleich ein Metallbalg 30 angeordnet, der an  
seinen Enden mit den entsprechenden Enden der Rohr-  
elemente 3', 4' verschweißt ist. Die Innenwand 10 ist  
wiederum mit einem Dämmkorpas 11 der beschriebenen  
Art ummantelt. Im Bereich des Metallbalgs 30 be-  
steht die Ummantelung 11' aus einem keramischen Fa-  
servlies, das mit Steppnähten 31 rasterförmig versteppt  
ist. Durch die Ausgestaltung des Dämmkorpas als Fa-  
servlies 11' im Bereich des Metallbalgs 30 wird eine  
elastische Dämmung in diesem Bereich erzielt, d.h., das  
Vlies 11' kann die Dehnungen des Metallbalgs mit aus-  
führen, ohne daß es zu Undichtigkeiten kommt.

Die vom Dämmkorpas 11 und dem Vlies 11' gebildete  
Wärmedämmschicht wird wiederum mit einem Außen-  
mantel 21 umgeben. Dieser Außenmantel kann entwe-  
der ein Stahlmantel oder aber auch ein Keramikfaser-  
Coatingmaterial sein. Dieses Material gewährleistet die  
Maßhaltigkeit nach dem Gießvorgang und läßt aber  
dennoch Gase durch, so daß beim Tempern des Bauteils  
vor dem Gießen eine ausreichende Entgasung stattfin-  
den kann.

Das gesamte Bauteil, das wie erwähnt in Fig. 7 nur  
ausschnittsweise und vereinfacht dargestellt ist, wird  
dann mit dem Guß 8 versehen.

Die erfindungsgemäß miteinander verbundenen  
Rohrelemente bilden ein wärmegeprägtes Bauteil, das  
extrem gute wärmeisolierende Eigenschaften hat. Es ist  
klar, daß sich mit einem solchen Wärmedämmsystem die  
unterschiedlichst geformten Rohrelemente miteinander  
verbinden lassen, so daß man Leitungsrohre für Heißga-  
se beliebiger Form und beliebiger Länge erzeugen  
kann.

Die Erfindung ist auch auf ein einzelnes Rohrelement  
gerichtet, das einen Schichtaufbau hat, wie er aus den  
Fig. 1 bis 7 entnehmbar ist. Solche Rohrelemente lassen  
sich nicht nur in Abgaskrümmern bzw. Sammelleitungs-  
rohren für Abgase von Brennkraftmaschinen einsetzen,  
sondern auch in allen heißen Gase führenden Bauteilen,  
wie Aus/Einlaßkanälen, Kolbenmulden, Vorkammern  
und Wirbelkammern von Brennkraftmaschinen, wobei  
diese Rohrelemente dann beim Gießen der entspre-  
chenden Bauteile in die Gußformen eingelegt und dann  
umgossen werden.

3720714

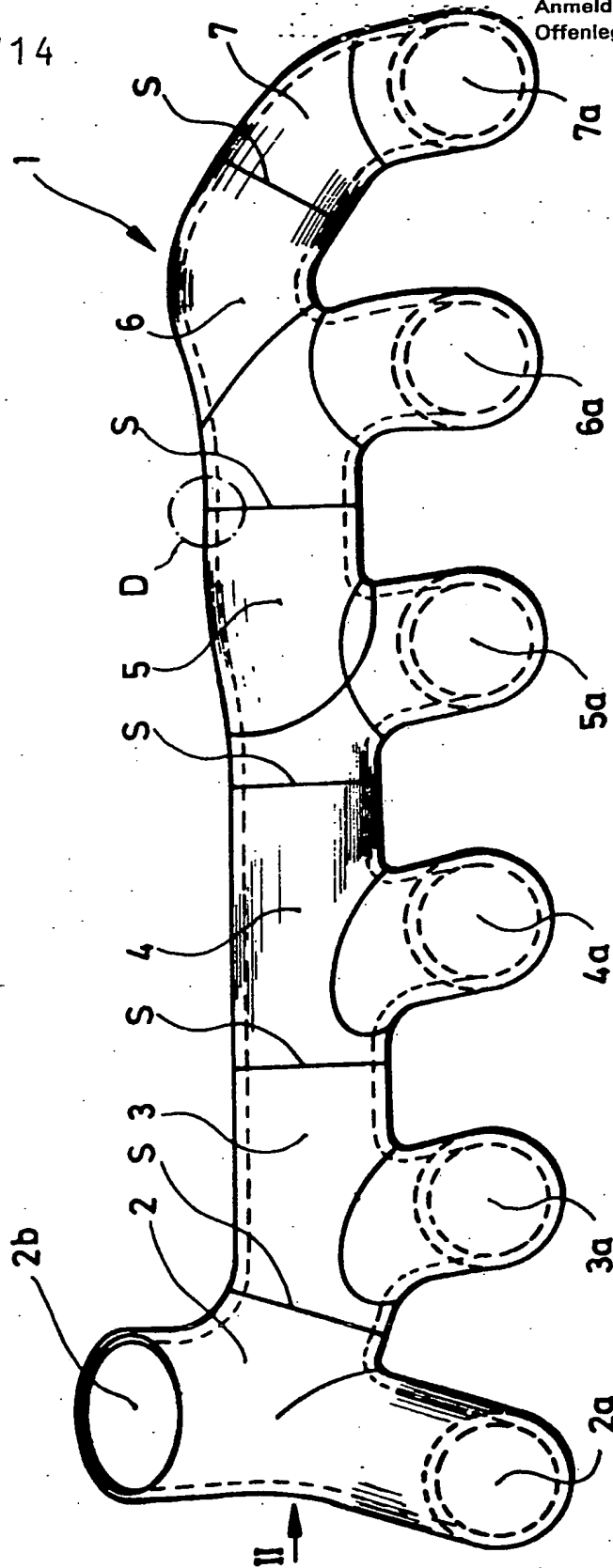


FIG. 1

Nummer:  
Int. Cl. 4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

Fig. : 21 : 21  
37 20 714  
F 01 N 7/14  
23. Juni 1987  
5. Januar 1989

21

3720714

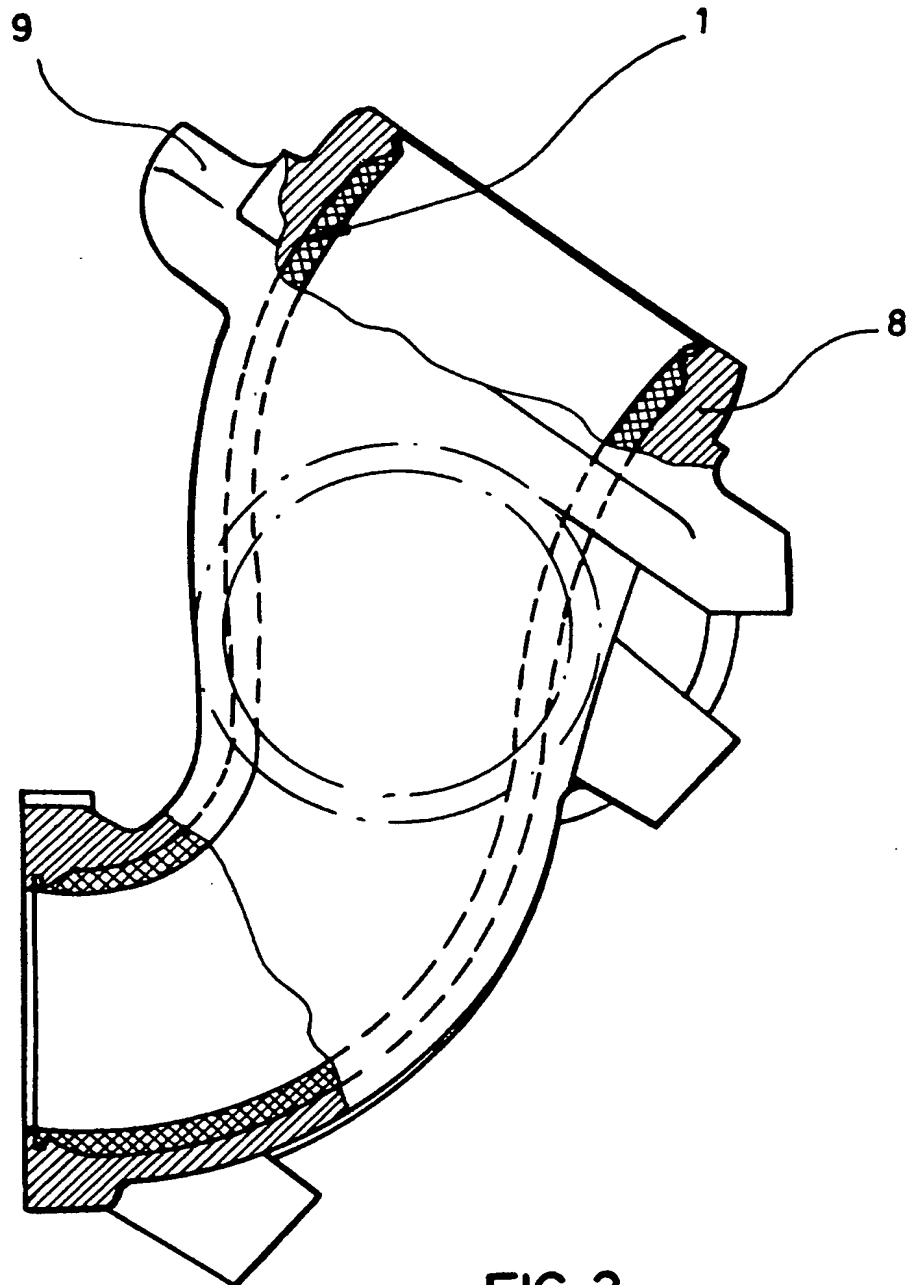


FIG. 2

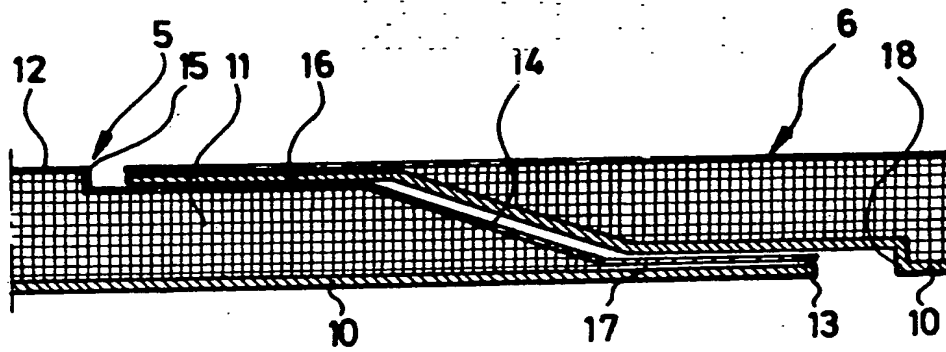


FIG. 3

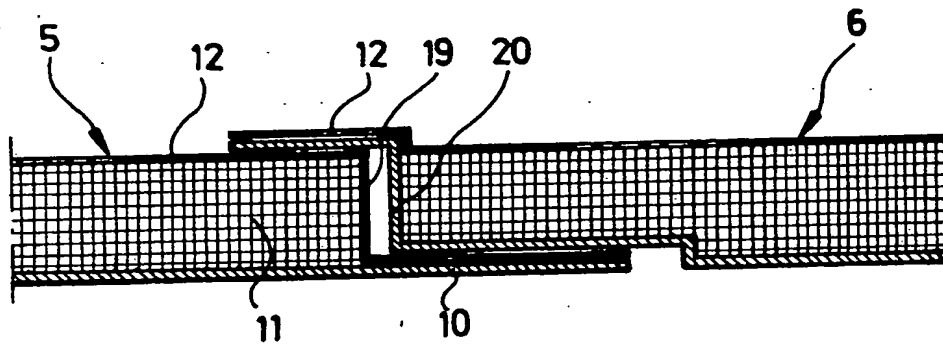


FIG. 4

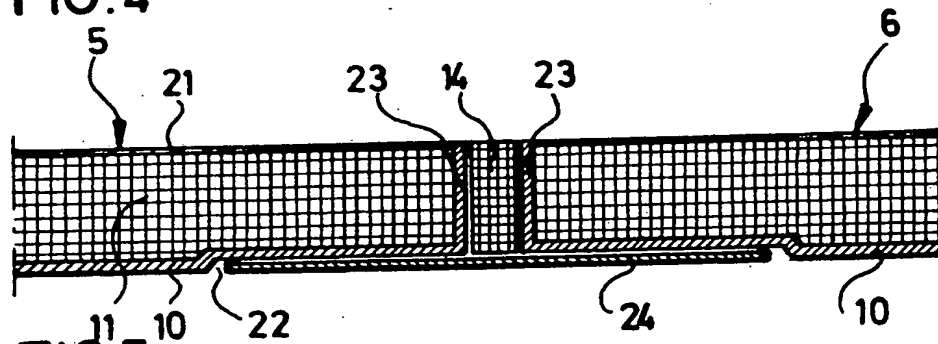


FIG. 5

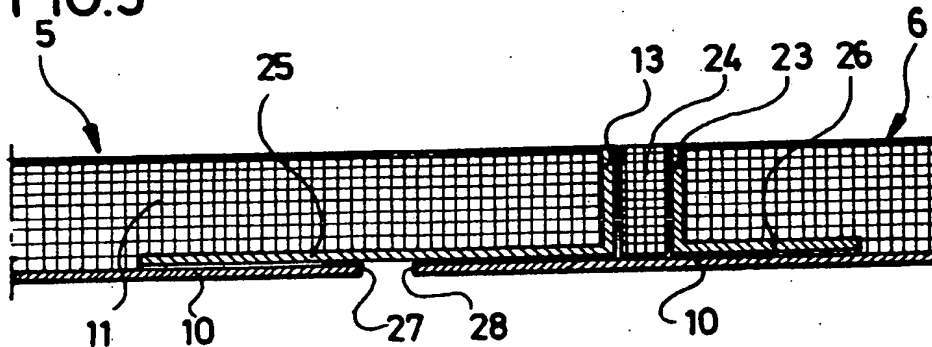
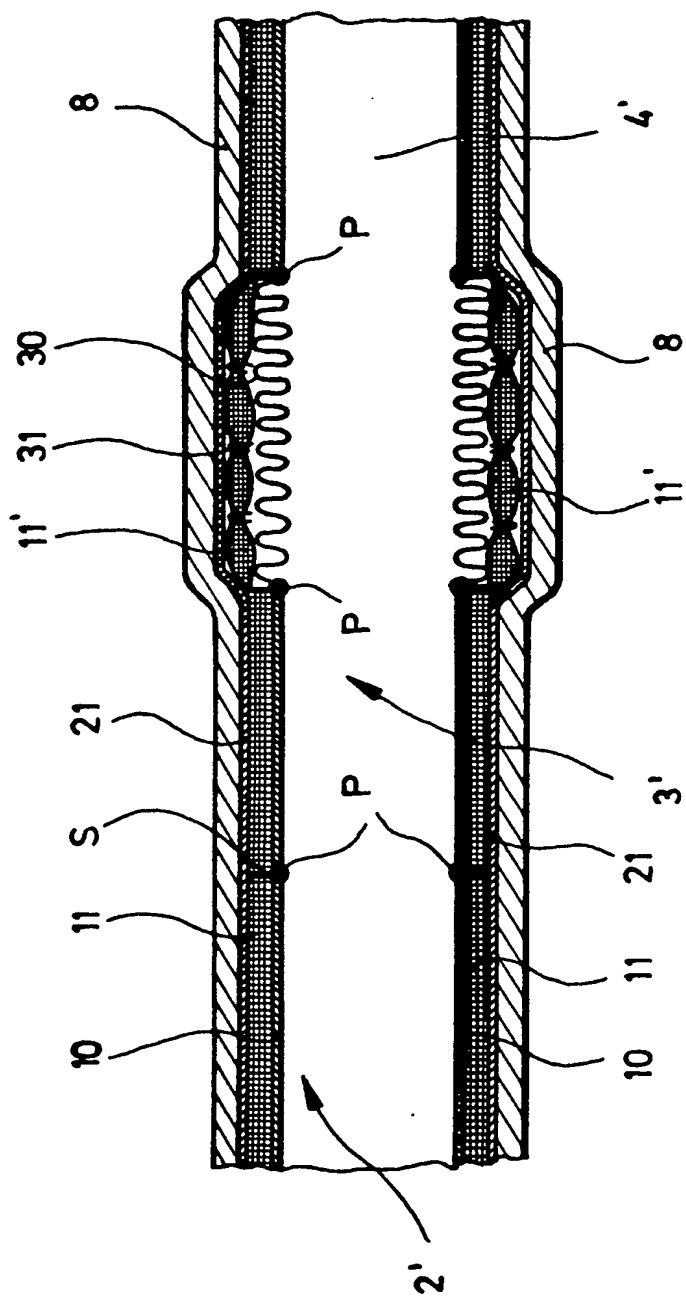


FIG. 6

3720714



**FIG. 7**